

9/12  
428

60



PCT/GB 99 / 01 5371

PCT/GB 99 / 01 5371



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(РОСПАТЕНТ)

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

18 ОКTOBER 1999  
26-29.10.  
DRS

рег.№ 20/14-468

09/701775

С П Р А В К А

G.J.K.U.

01 сентября 1999 г.
REC'D 29 OCT 1999
WIPO PCT

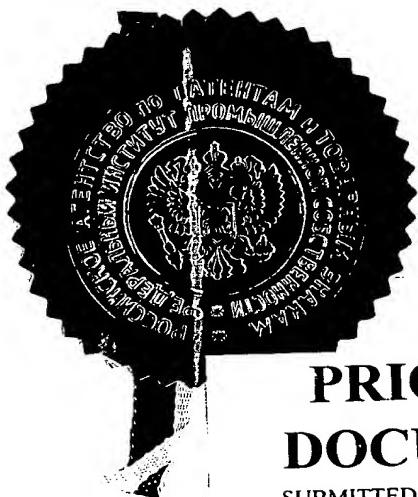
Федеральный институт промышленной собственности Российского Агентства по патентам и товарным знакам настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и чертежей (если имеются) заявки на выдачу патента на изобретение № 98110181, поданной в июне месяце 03 дня 1998 года.

**Название изобретения:** Аппарат для растворения отработавших твэлов.

**Заявитель (и):**

Государственный научный центр Российской Федерации "Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А.Бочвара".

**Действительный автор(ы):** Рагинский Леонид Соломонович, RU  
Морковников Вячеслав Евгеньевич, RU  
Морозов Николай Викторович, RU  
Елисеев Сергей Петрович, RU  
Ранс Питер, GB  
Тинсли Тимоти, GB  
Деннис Ян, GB.



**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED  
BUT NOT IN COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Уполномоченный заверить копию  
заявки на изобретение

Г.Ф. Востриков  
Заведующий отделом

## Аппарат для растворения отработавших твэлов.

Настоящее изобретение относится к переработке облученного ядерного топлива, в частности, для растворения отработавших тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов).

ТВЭЛы состоят из таблеток делящегося материала, а именно  $\text{UO}_2$ , заключенных в оболочку, обычно из циркониевого сплава, который продается под торговой маркой "Циркаллой". Набор нескольких ТВЭЛов образует топливную сборку.

Промышленная обработка облученного (отработавшего) ядерного топлива использует Пьюрекс-процесс, который включает рубку топливных элементов топливной сборки перед растворением топливного материала в азотной кислоте. ТВЭЛы должны быть разрублены перед их обработкой азотной кислотой потому, что исходный цельный циркониевый сплав устойчив в азотной кислоте из-за оксидной оболочки на облученном циркониевом сплаве. После того, как топливо было растворено, пустые куски оболочек и другие нерастворимые остатки структуры топливных сборок захораниваются.

Промышленные перерабатывающие заводы используют растворители, основанные на двух принципах: растворение партиями и непрерывный процесс, использующий аппаратуру с вращающимися механическими частями.

В типичном растворителе, который растворяет топливо партиями, топливо рубят в большую корзину, которая погружена в растворитель. После того, как топливо было растворено, корзина удаляется из

растворителя с использованием крана и разгружается для переноса оболочек и других нерастворимых остатков на завод по их заключению в матрицу. Эта система требует проведения интенсивных механических операций с корзиной растворителя, которая имеет большой вес и требует большого количества вспомогательного оборудования в горячей камере, где размещен растворитель.

Растворители, основанные на непрерывном принципе, разделяют топливо, которое попадает в сегменты вращающегося колеса, размещенного в большой емкости.

Существование вращающихся частей является недостатком и ограничивает геометрию и размеры оборудования, которое может быть размещено только в очень большой емкости, если предположить, что оборудование вообще может когда-либо быть безопасным.

Патент US № 4246238 описывает аппарат, который растворяет топливо партиями. В этом процессе аппарат состоит из контейнера, в который помещена корзина, наполненная кусками ТВЭлов и к этой корзине подведены трубы для загрузки и удаления растворов и газов. Недостатком этого оборудования является сложность обеспечения герметичности, когда куски топливных элементов загружаются в корзину и когда корзина выгружается из аппарата, а также сложность с радиоактивностью. Кроме того, использование такой аппаратуры значительно усложнило бы процесс автоматизации и увеличило бы объем радиоактивных растворов.

Патент US № 4230675 описывает аппарат, который использует противоточный контакт между кусками топливных элементов и выщелачивающегося раствора. Аппаратура состоит из вытянутого цилиндрического барабана, который вращается вдоль продольной оси и

разделен на секции, переходящие в камеру для загрузки кусков топливных элементов и удаления раствора, расположенную на одном конце барабана, и камеру для удаления кусков оболочек и загрузки раствора на другом конце барабана. Между этими двумя камерами расположены другие камеры, в которых идет процесс выщелачивания топлива из разрубленной оболочки. В каждой камере расположены элементы, которые обеспечивают движение кусков топливных элементов при вращении барабана. Недостатком этой аппаратуры является сложность конструкции и присутствие движущихся частей, и части аппаратуры подвержены интенсивному абразивному действию, обусловленному движущимися кусками топливных элементов. Таким образом аппараты данной конструкции имели бы низкий уровень надежности и требовали бы регулярного обслуживания в условиях высоких уровней радиоактивного загрязнения.

Если отойти от переработки ядерного топлива, Авторское Свидетельство СССР № 764698 описывает массообменный аппарат для обработки твердой фазы (в основном для обработки древесных щепок), который состоит из цилиндрической оболочки, внутри которой расположены перфорированные наклонные выступы с наклонным поверхностным градиентом между 4 и 30 градусами. Перфорация имеет форму отверстий с наклонными пластинами, расположенными под перфорированными отверстиями и над ними. Некоторые отверстия снабжены соплами, выступающими над поверхностью выступов. В нижней части аппарата, которая отделена от сборного контейнера решеткой, расположен пульсационный генератор. При работе твердые частицы собираются на выступе с нижней стороны. Пульсационный импульс с генератора проходит вверх через отверстия в выступе и поднимает твердые частицы над поверхностью выступа, создавая пульсационный

поддерживающий слой, в котором частицы обрабатываются жидкостью. Твердые нерастворимые частицы двигаются вверх и оседают на верхней части выступа.

Аппарат Авторского Свидетельства СССР № 764698 не мог бы быть использован при работе с ТВЭЛами и является несовместимым с ядерным перерабатывающим заводом. Помимо прочего, разрубленные ТВЭЛы имеют диаметр между 8-20 мм и длину 25-100 мм при весе до 70 г и не могли бы перемещаться вверх выступа с помощью описанного аппарата.

Пульсационный аппарат, сконструированный для растворения ядерного топлива, известен из патента ЕПВ-А-358354 и состоит из V-образного прохода, соединенного с пульсационной камерой, содержащей азотную кислоту. Куски разрубленных ТВЭЛОв загружаются в свободную часть одного из элементов V-образного прохода. Сжатый воздух в пульсационной камере поддерживает уровень азотной кислоты достаточным для того, чтобы погрузить большинство нарубленных кусков. Давление воздуха в пульсационной камере периодически опускается, в результате чего основная масса азотной кислоты выводится из трубы. Затем давление сжатого воздуха в пульсационной камере с азотной кислотой опять повышается, обеспечивая волну кислоты в трубе и заставляя таким образом пустые оболочки в выходном элементе трубы двигаться вверх по направлению к разгрузочному узлу, через который они и выводятся V-образной трубы.

Преимуществом этого аппарата является простота его конструкции и отсутствие движущихся частей. Недостатком является малый объем реакционной камеры и низкая производительность одиночной установки, с кусками ТВЭЛОв, проводящими долгое время внутри аппарата для достижения необходимого полного растворения топлива. Это обусловлено

ограничениями, связанными с возможностью образования критической массы, что ограничивает диаметр V-образного прохода, и кроме того, глубина слоя кусков нарубленных ТВЭЛов ограничена требованиями, связанными с необходимостью обеспечения их стабильного перемещения в изогнутой трубе. Для обеспечения необходимого времени контакта разрубленных ТВЭЛов с раствором, необходимо было бы использовать каскад аппаратов такого типа, установленных последовательно один за другим. Это значительно затруднило бы размещение аппаратов, снизило бы надежность оборудования и, соответственно, увеличило бы размеры производственной площади.

Таким образом, первостепенная проблема представленного изобретения - это создание такого аппарата для использования в процессе растворения ТВЭЛов, который может быть надежно использован для растворения топливосодержащих нарубленных оболочек, обеспечивает разгрузку пустых оболочек из растворителя, требует минимального обслуживания и не нуждается в сложном размещении оборудования или в больших производственных площадях.

Настоящее изобретение представляет собой аппарат, который обеспечивает растворение ядерного топлива и состоит из перфорированной наклонной аппарати внутри реакционной камеры, содержащей растворитель для топлива и пульсационный элемент конструкции, который при работе аппарата создает импульсы в растворителе в реакционной камере. Перфорация сконструирована таким образом, чтобы направлять пульсацию растворителя вдоль и вверх по аппарати. Изобретение также состоит из метода загрузки растворителя в реакционную камеру, загрузки кусков топливных элементов в нижнюю область аппарата и создания импульсов

растворителя для транспортировки кусков топлива вверх по аппарели

В предпочтительных вариантах аппарата аппарель имеет форму спирали, градиент спирали составляет предпочтительно от 1 до 30 градусов, а более часто от 1 до 20 градусов. Желательно, чтобы реакционная камера имела кольцевое сечение.

Градиент спирали в верхней части реакционной камеры может быть больше, чем в нижней зоне.

По наиболее предпочтительному варианту, аппарель образована плоскими лезвиями, и в этом случае перфорация аппарели состоит из наклонных разрезов между лезвиями.

Предпочтительно, чтобы угол между плоскостями лезвий составлял от 10 до 60 градусов.

Аппарат должен быть сконструирован так, чтобы иметь так называемую “всегда безопасную” геометрию, чтобы избежать критических масс собирающегося материала, что влечет за собой самоподдерживающуюся реакцию деления. По этой причине в конструкции аппарата на практике предусмотрен контроль общего количества делящегося материала, которое может накапливаться в любом одном месте и/или геометрии, в которой содержится накопленный делящийся материал. Из-за возможности образования критической массы делящийся материал (нарубленные топливные элементы) должен быть распределен в форме, отличной от сферической. В практической версии аппарата каждая пара установленных версий делает разрез, имеющий длину (размер в радиальном направлении в случае спиральной аппарели в кольцевой камере) не более 10 диаметров топливного элемента; такая конструкция помогает избежать избыточного накопления разрубленных топливных элементов в разрезе (щели). Более

предпочтительно, чтобы длина разреза (щели) была между 5 и 10 диаметрами топливного элемента.

В некоторых выполнениях изобретения лезвия делаются в форме трапеций, прикрепленных меньшим концом к центральной конструкции для крепления лезвий, размещенной внутри реакционной камеры.

Предпочтительно, чтобы аппарат включал одну или две особенности, а именно, чтобы средняя ширина лезвий (размер щели канала) была между 3-5-ю расстояниями между ними и чтобы расстояние между пластинами у наружной стенки контейнера составляло от 0.4 до 0.8 диаметра топливного элемента.

Предпочтительно, чтобы пульсационный элемент конструкции состоял из пульсационной камеры, расположенной на одной оси с реакционной камерой. Обычно между пульсационной камерой и внутренней стенкой кольцевого контейнера размещают поглотитель нейtronов.

В конкретной версии изобретения пульсационная камера обычно изготавливается в форме цилиндрического контейнера, расположенного на одной оси с реакционной камерой (которая обычно имеет кольцевую форму) и сообщается с нижней частью реакционной камеры через вертикальные и горизонтальные каналы (обычно в форме кольцевых разрезов - щелей). В предпочтительных выполнениях изобретения поглотитель нейtronов расположен между пульсационной камерой и внутренней стенкой кольцевого контейнера.

Предметом настоящего изобретения является аппарат для обработки твердых частиц жидкостью, состоящий из контейнера, имеющего кольцевую форму сечения наружной стенки, спиральной аппарати, расположенной внутри контейнера, пульсатора, сообщающегося с нижней частью

контейнера через нижнюю часть, а также трубных соединений для загрузки и удаления кусков топливных элементов, растворов и газов. отличающегося тем, что аппарат изготовлен из плоских лезвий, помещенных одно за другим по спирали и образующих между ними наклонные щелевые сопла. Такой аппарат особенно подходит для химической обработки предметов в твердой фазе, больших по размеру и массе, чем древесная щепка, что не обеспечивал ранее аппарат, основанный на жидкости, пульсирующей по спирали.

Обычно реакционная камера любой конструкции имеет внутреннюю стенку, а также определенную внешнюю стенку. Аппарат в таких камерах обычно расположена между внутренней и наружной стенками реакционной камеры.

Представленное изобретение в дальнейшем описывается только на примере аппарата для растворения разрубленных топливных элементов. Следует понимать, что это изобретение может быть использовано для обработки твердых веществ, отличных от кусков топливных элементов, жидкостью. Аппарат проиллюстрирован без ограничений на сопроводительных чертежах, в которых:

Фиг.1 дает общий вид аппарата для растворения в поперечном разрезе (кросс-секция) и вид аппарели, изготовленной из лезвий, прикрепленных одно за другим вдоль по спирали.

Фиг.2 показывает поперечный разрез аппарата вдоль линии А-А- фиг. 1.

Фиг.3 -это увеличенный вид фрагмента А рис.1- цилиндрическая полость кольцевого контейнера аппарата с аппарелью и лезвиями на ней.

Фиг.4 показывает фрагмент Б аппарели с фиг.1.

Фиг.5 показывает фрагмент В аппарели с фиг.2.

Фиг.6 показывает форму лезвий в продольном виде (а) и изометрическом в виде трапеции (б).

На фиг.1 приведен аппарат для растворения ядерного топлива, который состоит из перфорированной наклонной аппарели (19), помещенной в реакционную камеру (1), которая предназначена для заполнения растворителем для топлива, пульсационного технологического элемента (9), который используется для создания импульсов в растворителе в реакционной камере (1), перфораций (7), сконструированных для направления пульсации растворителя вдоль и вверх по аппарели (19) и разгрузочного узла (18) для пустых кусков оболочек, оседающих на верхней части аппарели.

Более конкретно, показанная аппаратура предназначена для выщелачивания топлива из кусков топливных элементов и состоит из кольцевого реакционного контейнера (1), образованного внутренней (2) и наружной (3) цилиндрическими оболочками, а также элемента для спуска жидкости (4) и крышки (5). В кольцевом контейнере (1) расположены лезвия (6), прикрепленные одно за другим по спирали между внутренней (2) и наружной (3) стенками контейнера на расстоянии, не превышающем диаметр топливного элемента. ( Следует признать, что аппарат, предложенный в изобретении, не может быть использован для обработки частиц, способных попасть между лезвиями (6).)

Лезвия образуют спиральную аппарель для движения кусков топливных элементов снизу вверх при пульсации растворителя (азотная кислота в Пьюрекс-процессе) в кольцевом контейнере (1). Каждая пара подогнанных лезвий (6) (см. Фиг.3) образует наклонный разрез - сопло (7). Градиент спирали  $\alpha$  лежит между 1 и 20 градусами, а угол  $\beta$  между плоскостью

лезвий и горизонтальной поверхностью лежит в пределах между 15 и 60 градусами.

Кольцевой контейнер (1) (см. Фиг.1) сообщается в этом случае с пульсационной камерой (9) через коническую наклонную щель (8) и устройство для осушения (4). В проиллюстрированном выполнении пульсационная камера имеет цилиндрическую форму и расположена на одной оси с кольцевым контейнером (1); она снабжена в нижней части выводным устройством, обычно трубным соединением (10), для опорожнения аппарата. Пульсационная камера (9) сообщается в этом случае через трубное соединение (11) с пневматическим пульсатором (не показанным на Фиг.1) и с пластинчатым устройством (12) или любым другим устройством, расположенным внутри камеры для обеспечения движения жидкости без волн и разбрызгивания. В кольцевом зазоре между контейнером (1) и пульсационной камерой (9) размещен поглотитель нейтронов (13) для обеспечения ядерной безопасности в процессе выщелачивания ядерного топлива. Конечно, нейтронный поглотитель (13) может быть опущен в случае неядерного применения аппарата.

Аппарат снабжен соответствующими входами и выходами для снабжения обрабатывающей жидкостью и удаления газов. Таким образом, показанный аппарат включают трубные соединения для загрузки раствора (14) и вывода газов (15), прикрепленные в верхней части круглого контейнера (1). Входная линия для твердого материала (в этом случае трубного соединения (16) для загрузки элементами топлива) соединена с нижней частью кольцевого контейнера (1). Трубное соединение (17) соединяется с трубным соединением (16) для удаления раствора из аппарата для выщелачивания; альтернативно может быть обеспечен другой выход для раствора. Аппарат оборудован

разгрузочным узлом для разгрузки пустых оболочек верхней части аппарели (19); специфическое трубное соединение (18) соединено с верхней частью контейнера (1) для удаления трубчатых топливных оболочек после растворения топлива.

В одном из выполнений аппарата градиент спирали в верхней части кольцевого контейнера (1) выше, чем в нижней части. Например, градиент спирали в нижней и средней частях аппарата может быть установлен 2 градуса, а в верхней части - 4 градуса. Это позволяет увеличить время контакта для кусков топливных элементов, из которых по той или иной причине не произошло полное выщелачивание топлива. Поскольку такие куски имеют большую массу, повышенный градиент спирали ведет к замедлению их движения по направлению к зоне выгрузки из аппарата.

По другому частному варианту выполнения изобретения, лезвия (6) (см. Рис.6) сделаны в форме трапеции и прикреплены меньшим основанием к внутренней стенке (2) кольцевого контейнера (1). Это позволяет достичь оптимального угла для направляющей поверхности наклонной аппарели для компенсации центробежных сил на кусках топливных элементов в момент действия на них пульсационных импульсов.

В другой версии изобретения ширина лезвий (6) составляет от 3 до 5 расстояний между ними. Это позволяет образовать плоскую поднимающую силу жидкой фазы в пульсирующей жидкости кольцевого контейнера для движения слоя кусков топливных элементов снизу вверх по спиральной направляющей аппарели. Независимо от ширины лезвий расстояние между лезвиями (6) и наружной стенкой контейнера находится в пределах 0.4-0.8 наружного диаметра топливного элемента. Это соотношение размеров предотвращает забивание щелей кусками топливных элементов и снижает

гидравлическое сопротивление и потери пульсационной энергии в аппарате.

Аппарат функционирует следующим образом. Кольцевой контейнер (1) и пульсационная камера (9) наполняются выщелачивающим раствором, который вводится через трубное соединение (14). Загрузка нарубленными топливными элементами осуществляется через некоторый промежуток времени через трубное соединение (16) на нижнюю секцию спиральной аппараты, образованной лезвиями (6). Пневматические импульсы от пульсатора (не показан на чертежах), которые имеют такие параметры как давление, частота и форма колебаний по трубе (11), поступают в пульсационную камеру (9), и раствор, заполняющий пульсационную камеру (9) и кольцевой контейнер (1), совершает прерывистые колебательные движения на заданной частоте, амплитуде и форме пульсации. Уровень дэмпфера (12), который расположен в пульсационной камере (9), обеспечивает движение раствора без волн и разбрзгивания.

Эти колебания проходят через щелевой канал (8) в раствор в кольцевом контейнере (1). Проходя через щелевые сопла (7), образованные лезвиями (6) (см. Рис.3) на спиральной аппараты, раствор образует горизонтальный пульсационный поток. Когда раствор из кольцевого контейнера (1) двигается вверх под действием этих толчков, куски топлива сдвигаются с поверхности спиральной аппараты, образованной лезвием (6), и двигаются вдоль нее и вверх на определенном расстоянии друг от друга. Когда сжатый газ выпускается из пульсационной камеры (9) наружу, раствор в кольцевом контейнере (1) двигается вниз за счет статического перепада уровней в кольцевом контейнере (1) и пульсационной камере (9). Это заставляет раствор придавливать куски топливных элементов к лезвиям (6) аппараты, и они не перемещаются по аппарату до следующего импульса. В последующих

пульсационных циклах процесс повторяется, и куски топлива постепенно продвигаются по спиральной аппарели вверх. Двигаясь по спиральной аппарели , куски разрубленного топлива постепенно поднимаются вверх аппарата до конца аппарели и затем удаляются из аппарата через трубное соединение (18) с некоторым количеством раствора.

Свежий раствор поступает в кольцевой контейнер (1) через трубное соединение (14), двигаясь по направлению к кускам топлива, растворяет топливо, содержащееся в них, и удаляется из аппарата через трубное соединение (17), которое соединено с загрузочным каналом (16). Для удаления газов, образовавшихся в процессе растворения топлива, крышка (5) контейнера (1) снабжена выводной трубой (15). По мере растворения топлива в кусках тепловыделяющих элементов их масса уменьшается, а скорость движения вдоль аппарели возрастает. Для уменьшения скорости движения кусков ТВЭЛОв, в которых еще осталось нерастворенное топливо, конструкция аппарата предусматривает увеличение угла подъема спиральной аппарели в верхней части аппарата.

В предпочтительно выполнении сущностью изобретения является пульсационный аппарат, имеющий такую комбинацию пространственных и геометрических характеристик, которая обеспечивает наиболее эффективные гидродинамические условия для стабильного перемещения снизу вверх по спирали в кольцевом пространстве кусков рубленых топливных элементов, имеющих отношение длина/диаметр в пределах 1:1 и 6:1, в то же время предотвращая образование критической массы в аппарате и давая высокую производительность.

Аппарат, являющийся предметом изобретения обычно используется при переработке ядерного топлива и включает последующую переработку

растворенного топлива для формирования делящегося материала, возможно либо в форме топливной таблетки, либо стержней или топливных сборок.

**Список использованных источников информации:**

1. Заявка ЕПВ № 0259747, G 21 F 9/06.
2. Патент США № 4230675, B 01 D 11/02.
3. Патент ЕПВ № 0358354, G 21 C 19/38.
4. Авторское свидетельство СССР № 764698, B 01 D 11/02.

## **Формула изобретения**

1. Аппарат для растворения отработавших твэлов, который состоит из перфорированной наклонной аппарели, помещенной в реакционную камеру, содержащую растворитель для топлива, пульсационного технологического элемента, который при использовании создает пульсацию в растворителе реакционной камеры, а также узлов загрузки и разгрузки, отличающийся тем, что перфорация сконструирована таким образом, чтобы направлять импульсы в растворителе вдоль и вверх по аппарели и выгружать пустые оболочки тепловыделяющих элементов с верхней части аппарели.
2. Аппарат по п.1, отличающийся тем, что аппарель имеет форму спирали.
3. Аппарат по п. 1 или п.2, отличающийся тем, что реакционная камера имеет наружную стенку кругового сечения (в поперечном разрезе).
4. Аппарат по п.1, п.2 или п.3, отличающийся тем, что спираль расположена под углом от 1 до 30 градусов.
5. Аппарат по п.4, отличающийся тем, что имеет градиент спирали от 1 до 20 градусов.
6. Аппарат по п.1, п.2, п.3. п.4 или п.5, отличающийся тем, что градиент спирали в верхней зоне выше, чем в нижней зоне.
7. Аппарат по п.1- п.6, отличающийся тем, что аппарель образована плоскими лезвиями, и перфорация в аппарели состоит из наклонных щелей, образованных между лезвиями.
8. Аппарат по п.7, отличающийся тем, что угол между плоскостью лезвий и горизонтом составляет от 10 до 60 градусов.

9. Аппарат по п.7 или п. 8, отличающийся тем, что наклонная щель по длине не превышает 10 диаметров топливного элемента.

10. Аппарат по п.7 – п. 9, отличающийся тем, что лезвия выполнены в форме трапеции и прикреплены их меньшим основанием к центральной опоре для крепления лезвий, расположенной внутри реакционной камеры.

11. Аппарат по п.7 – п.10, отличающийся тем, что средняя ширина лезвий составляет от 3 до 5 расстояний между ними.

12. Аппарат по п.7 – п.11, отличающийся тем, что расстояние между лезвиями у наружной стенки контейнера составляет от 0,4 до 0,8 диаметра топливного элемента.

13. Аппарат по п.1 – п.12, отличающийся тем, что пульсационный элемент состоит из пульсационной камеры, расположенной соосно внутри реакционной камеры.

14. Аппарат по п.13, отличающийся тем, что поглотитель нейтронов располагается между пульсационной камерой и внутренней стенкой кольцевого контейнера.

15. Аппарат по п.1 – п.14, отличающийся тем, что используется в переработке ядерного топлива методом, который включает последующую переработку растворенного топлива для формирования делящегося материала в форме топливных таблеток, либо топливных стержней либо топливных сборок.

16. Аппарат для обработки твердых частиц жидкостью, состоящий из контейнера, имеющего кольцевую форму в продольном разрезе по наружной стенке, спиральной аппарати, расположенной внутри контейнера, пульсатора, сообщающегося с нижней частью контейнера, а также трубных соединений для загрузки и удаления кусков топливных элементов раствора,

газов, отличающийся тем, что аппаратель в нем сделана из плоских лезвий, помещенных одно за другим по спирали и образующих между ними наклонные щели - сопла.

17. Аппарат по п.16, отличающийся тем, что градиент спирали лежит в пределах от 1 до 30 градусов.

18. Аппарат по п.17, отличающийся тем, градиент спирали находится между 1 и 20 градусами.

19. Аппарат по п.16 – п.18, отличающийся тем, угол между плоскостью лезвий и горизонтом составляет от 15 до 60 градусов.

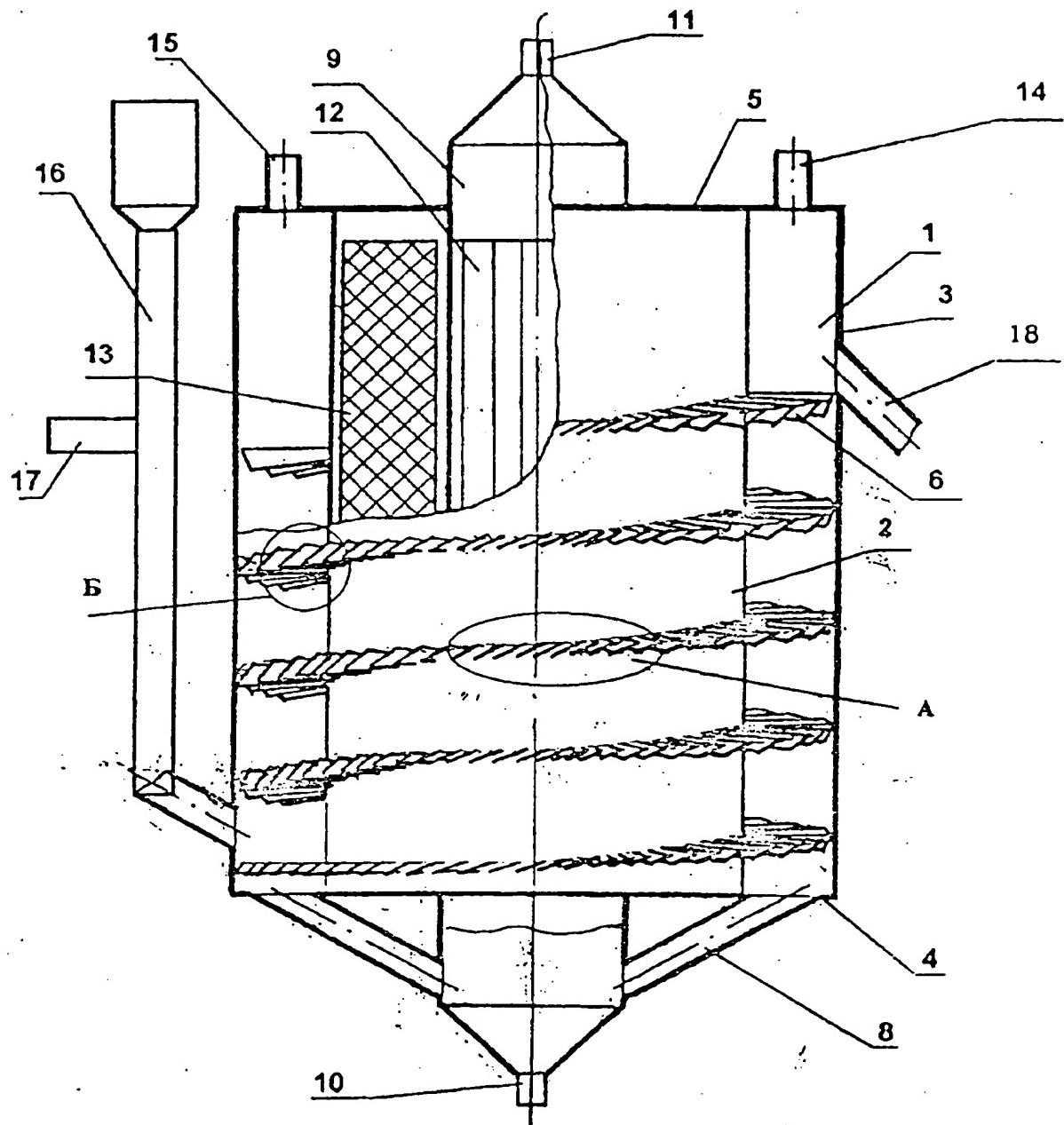
20. Аппарат по п.16 – п.19, отличающийся тем, что градиент спирали в верхней зоне выше, чем в нижней зоне.

21. Аппарат по пп.16-20, отличающийся тем, что лезвия изготовлены в форме трапеции и прикреплены меньшим основанием к центральной опоре внутри реакционной камеры.

22. Аппаратов по п.16 – п.21, отличающийся тем, что средняя ширина лезвий составляет от 3 до 5 расстояний между ними.

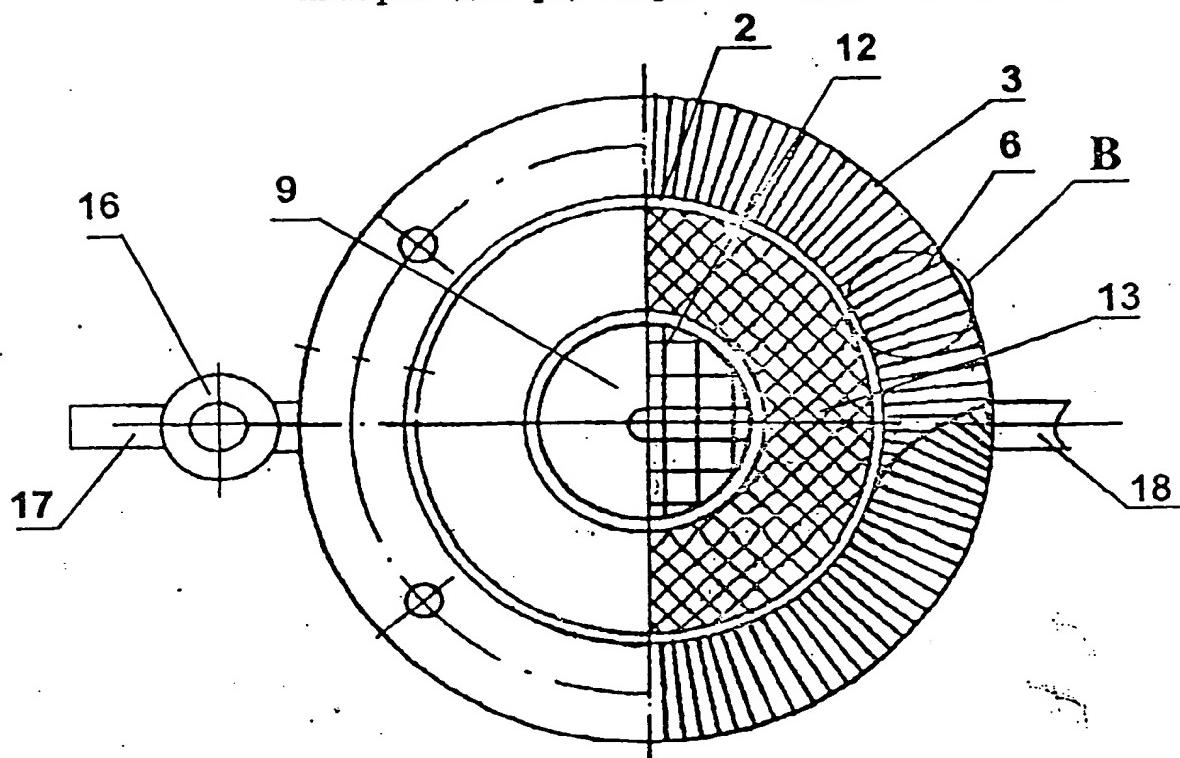
23. Аппаратов по п.16 – п.22, отличающийся тем, что пульсационный конструкционный элемент состоит из пульсационной камеры, расположенной соосно внутри реакционной камеры.

Аппарат для растворения отработавших твэлов

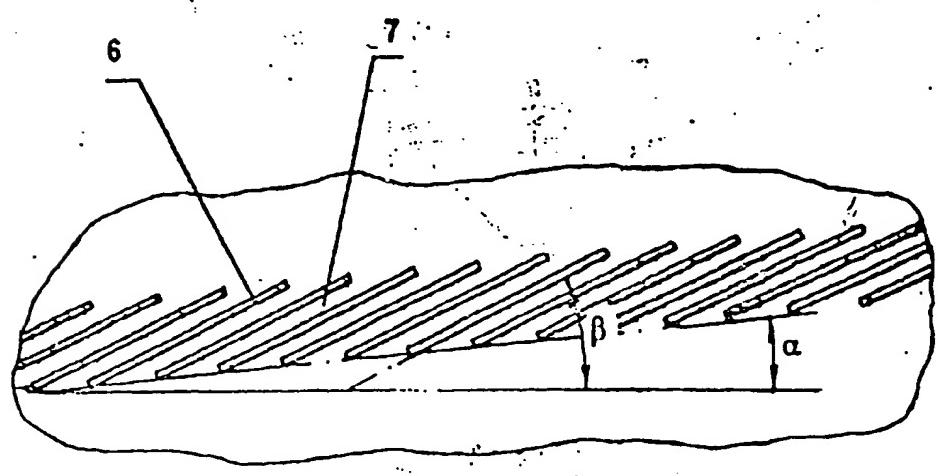


Фиг.1

Аппарат для растворения отработавших твэлов

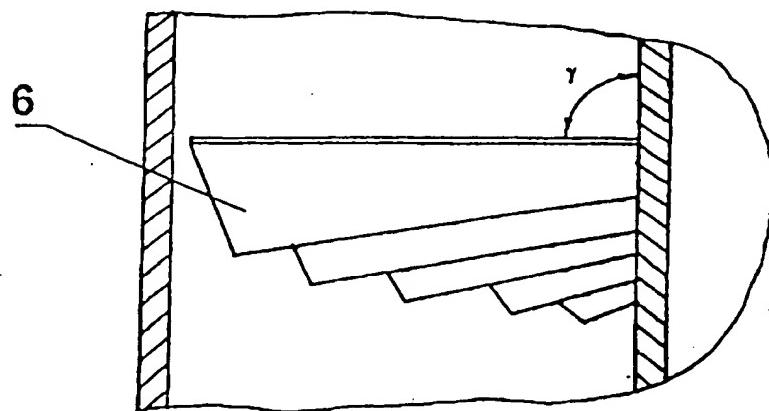


Фиг.2

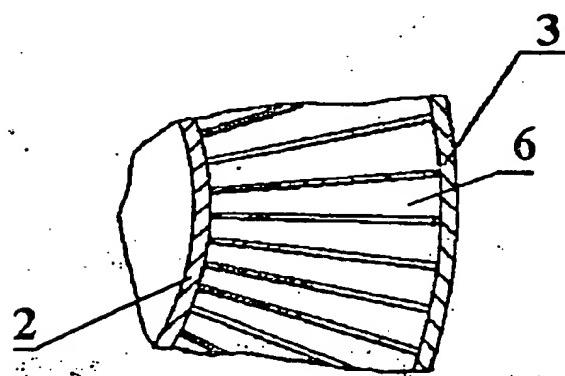


Фиг.3

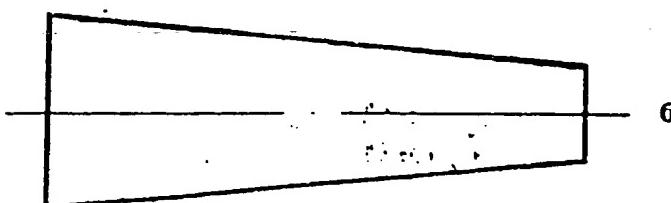
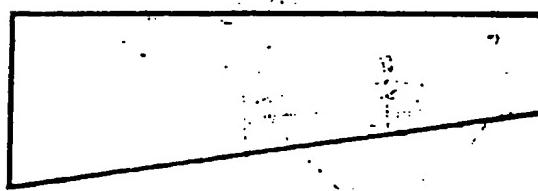
Аппарат для растворения отработавших твэлов



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6

## РЕФЕРАТ

Изобретение относится к радиохимической технологии и может быть использовано для растворения ядерного топлива в кусках цилиндрической оболочки из стержней отработавшего топлива ядерного реактора.

Техническим заданием данного изобретения является создание безопасного пульсационного аппарата высокой производительности, который не содержит движущихся механических частей и механизмов и обеспечивает надежное перемещение кусков топливных элементов в реакционной камере, содержащей растворитель для топлива. Эта задача решается путем создания контейнера (1), перфорированной наклонной аппаратели (6), расположенной внутри контейнера (1). Пульсационный технологический элемент конструкции создает импульсы в растворителе контейнера, а перфорация наклонной аппаратели сконструирована таким образом, чтобы направлять растворитель вдоль и вверх по аппаратели. Узел разгрузки (17, 18) предназначен для удаления пустых топливных оболочек, оседающих на верхней части аппаратели.